

СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВОДООЧИСТНОГО КОМПЛЕКСА

*А.А. Сидорова, ст. преподаватель,
Ю.Б. Ананьин, студент гр. 8Е72,
Томский политехнический университет
E-mail: Yba1@tpu.ru*

Введение

Типовые регуляторы широко применяются в автоматизированных системах управления технологическими процессами, их использование в системе управления позволяет повысить быстродействие и точность. Причинами высокой популярности ПИД-регуляторов являются простота построения и промышленного использования, ясность функционирования, пригодность для решения большинства практических задач и низкая стоимость. Всё названное – неоспоримые достоинства типовых регуляторов. Но типовые ПИД-регуляторы не всегда обеспечивают необходимые статические и динамические показатели качества регулирования. Так как существует множество методов параметрического проектирования ПИД-регулятора, возникает необходимость проведения сравнительного анализа разных методов и выявления самого эффективного для определенного вида задач.

Синтез системы

В предыдущей работе по моделированию выпарной установки для водоочистного комплекса была получена следующая передаточная функция системы:

$$W(s) = \frac{0,0177266083}{(0,0007555s + 1)(454,54s + 1)}. \quad (1)$$

Метод Куна

Параметр, характеризующий быстродействие любого рассматриваемого объекта, является постоянной времени. Этот параметр введен для передаточной функции общего вида [1]:

$$W(s) = \frac{K_s(1 + T_{D1}s)(1 + T_{D2}s) \dots (1 + T_{Dm}s)}{(1 + T_1s)(1 + T_2s) \dots (1 + T_ns)} e^{-sT_t}. \quad (2)$$

Метод Куна включает два способа настройки: быструю и нормальную. Быстрая настройка регулятора предназначена для систем с объектами первого или второго порядка; нормальная настройка, показывает хорошие результаты для систем управления с объектами более высокого порядка. $T_\Sigma = 0,000755 + 454,54 = 454,540756$ с.

Таблица 1. Параметры настройки

Вид настройки	Параметры регулятора		
	K_p	T_i	T_d
Нормальная	$1/k_s$	$0,66T_\Sigma$	$0,17T_\Sigma$
Быстрая	$2/k_s$	$0,8T_\Sigma$	$0,12T_\Sigma$

Метод Шеделя

Метод основан на принципе каскадного коэффициента демпфирования. Шедель обобщает понятие коэффициента демпфирования на случай системы третьего порядка. Здесь для системы с передаточной функцией вида:

$$W(s) = \frac{K}{a_3s^3 + a_2s^2 + a_1s + 1} \quad (3)$$

Параметры ПИД-регулятора рассчитываются по следующим формулам:

$$T_d = \frac{T_2^2}{T_1} - \frac{T_3^3}{T_2^2}, T_{II} = \frac{T_1^2 - T_2^2}{T_1 - T_d}, K_p = \frac{0,375T_{II}}{K(T_1 - T_{II})}. \quad (4)$$

Модальный оптимум

Рассмотрим метод настройки ПИД-регулятора – амплитудный оптимум, или бетрагсоптимум. Основной идеей метода является поддержание на уровне единицы величины передаточной функции замкнутого контура регулирования по управляющему воздействию [2].

Параметры настройки будут следующими:

$$K_p = \frac{T_1}{2K_o\sigma}; T_{II} = T_1. \quad (5)$$

Автоматическая настройка

MATLAB SIMULINK предоставляет возможность автоматической настройки ПИД-регулятора. Все что необходимо это достать блок ПИД-контроллер из библиотеки SIMULINK и нажать кнопку tune. Далее алгоритм сам подберет необходимые коэффициенты чтобы обеспечит устойчивый переходный процесс.

Анализ полученных результатов

После расчетов коэффициентов ПИД-регуляторов различными методами, полученные коэффициенты были занесены в таблицу 2.

Таблица 2. Сравнительная таблица

Метод настройки ПИД-регулятора		Настраиваемые параметры регулятора			Показатели переходного процесса	
		K_p	K_u	K_d	$t_{пп}, c$	$\sigma\%$
Куна	Норм.	56,26	0,18566	4262,54632	890	3,27
	Быстр.	112,824	0,31027	6123,24702	606	2,17
Шеделя		0,046608	0,046643	$3,523 \cdot 10^{-5}$	2580	1,18
Модальный оптимум		4.67e-5	0.061854	0	1890	4.27
Автоматическая настройка		74.03	0.3267	-1164	1160	7.91

По данными коэффициентам были построены графики переходных процессов рисунок 1.

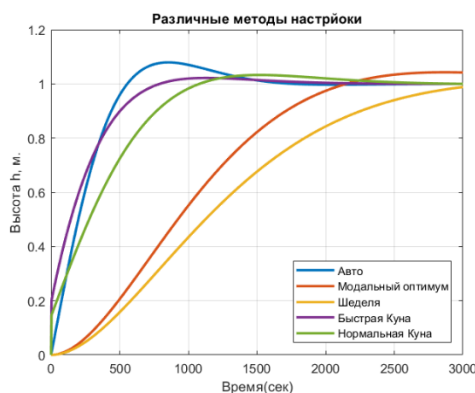


Рис. 1. Графики переходных процессов

Заключение

В процессе работы были рассчитаны коэффициенты для ПИД-регуляторов различными методами для последующего выбора наилучшего. В результате анализа определено наилучшее время переходного процесса 606 с., полученное при быстрой настройке по методу Куна, минимальное перерегулирование 2.17%. Дальнейшая работа подразумевает выбор коэффициентов исходя из требований к процессу.

Список использованных источников

1. WILLIS M. J. Proportional-integral-derivative PID controls // Proc. IEEE. 2009. N 10. P. 150–163. [Electron. resource]. <http://www.PAControl.com>.
2. Жмудь В.А. Замкнутые системы автоматического управления. Учебное пособие. - Новосибирск, Изд-во Юрайт, 2017. – 270 с